Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Universität Halle a. S.
Direktor: Professor Dr. Walcher.

Gerichtlich-medizinische Untersuchungen an Zähnen, unter besonderer Berücksichtigung der quantitativen Bestimmung ihrer Lumineszenz.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
verfaßt
und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Vereinigten Friedrichs-Universität
Halle-Wittenberg überreicht
von

Zahnarzt Gerhard Zichel aus **Staßfurt**

Meinen Eltern!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153309_0313

Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Universität Halle a. S.
Direktor: Professor Dr. Walcher.

Gerichtlich-medizinische Untersuchungen an Zähnen, unter besonderer Berücksichtigung der quantitativen Bestimmung ihrer Lumineszenz.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
verfaßt
und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Vereinigten Friedrichs-Universität
Halle-Wittenberg überreicht
von

Zahnarzt Gerhard Zichel aus **Staßfurt**

I. Allgemeiner Überblick über die Zahnheilkunde in ihrer Beziehung zur Gerichtlichen Medizin und die bisherigen Forschungsergebnisse auf diesem Gebiete.

Über die Verwendung der Zähne zu Identifizierungszwecken und zur Aufklärung von Verbrechen ist mannigfach berichtet. Es seien hier einige Merkmale, die den Umständen entsprechend Verwendung finden können, kurz erwähnt. Diese Merkmale können, wenn sie auffällig sind, durch Zeugenaussagen oder auch durch früher angefertigte Abdrücke von Nutzen sein. Hier wäre zuerst an die vielartigen Zahn- und Stellungsanomalien zu denken, ferner findet man häufig Verletzungen durch Zähne oder an den Zähnen selbst. Ferner haben wir die Möglichkeit zur Identifizierung mit Hilfe von Ersatzstücken. Entweder finden wir an Leichen Ersatzstücke, oder vorhandene Stücke werden gefundenen Kiefern einprobiert. Metallklammern an Ersatzstücken verursachen fast regelmäßig an den von ihnen umfaßten natürlichen Zähnen Schmelzdefekte. Sauger zeigen meist, wenn das Stück längere Zeit getragen wurde, ihre Form am Gaumen wieder. Mit Hilfe genauer Buchführung des Zahnarztes über angefertigte Ersatzstücke kann eine Identifizierung möglich sein. Es ist auch schon vorgeschlagen worden, jedes Ersatzstück mit dem Namen des Herstellers zu versehen, was sich ohne Beeinträchtigung des Stückes verhältnismäßig leicht machen ließe. Dies wäre ein gutes Erkennungszeichen.

Hier sind auch die Veränderungen des Gebisses professioneller Art zu erwähnen. Bei Schneidern und Schustern finden wir Defekte im Frontzahngebiet durch gewohnheitsmäßiges Festhalten von Nadeln und des Pechdrahtes. Bäcker und Müller neigen zu durch Mehlstaub hervorgerufener Zahnhalscaries. Bei Arbeitern, die mit bestimmten Metallen oder mit Phosphor in häufige Berührung

kommen, finden wir ebenfalls Veränderungen in der Mundhöhle. So verursacht Quecksilber die Stomatitis mercurialis, Blei den Bleisaum, Kupfer eine Gingivitis und evtl. Grünfärbung der Zähne. Phosphor verursacht sekundär die Kiefernekrose, vor allem des Unterkiefers. Ferner ist noch des Einflusses von Medikamenten zu gedenken, z. B. Eisenchlorid, Jodtinktur, Alaun und Mineralsäuren. Bei starken Tabakrauchern findet man die typischen braunen Raucherbeläge. Bei Pfeifenrauchern außerdem die Usuren an einer bestimmten Stelle im Frontzahngebiet.

Galippe, in Scheffs Handbuch der Zahnheilkunde, macht auf Verschiedenheiten des Gebisses bei Rechts- und Linkshändern aufmerksam. Die Zähne der Rechtshänder stehen auf der rechten Kiefernhälfte dichter, besitzen hier größere Kronen und sind cariesresistenter als die der linken Seite, bei Linkshändern trifft dieses für die linke Kieferhälfte zu. In 50% der Fälle hat er derartige Verschiedenheiten feststellen können.

Die Altersfeststellung von Kindesleichen ergibt sich aus der Verkalkung der Zahnanlagen und dem Vergleich mit aufgestellten Verkalkungstabellen. Zu berücksichtigen hierbei ist, daß z. B. Rachitis den Zahndurchbruch um $1^1/_2$ Jahre verzögern kann. Im allgemeinen aber sind im Alter von 3 Jahren alle 20 Zähne der 1. Dentition vorhanden. Mit 14 Jahren ist das Gebiß der 2. Dentition vollständig, bis auf die 3. Molaren, die sehr unregelmäßig zwischen dem 16. und 40. Lebensjahre erscheinen können. Nach Zähnen älterer Personen (d. h. ab 15. Lebensjahr) muß die Altersabschätzung also in weiteren Grenzen gehalten werden.

Eine Bestimmung des Geschlechtes ist nach den Zähnen nicht mit Sicherheit vorzunehmen. Nach *Böhmer* soll der Zahndurchbruch bei der Frau im allgemeinen früher erfolgen als beim Mann. Beim Mädchen soll die Breite der oberen mittleren Schneidezähne und der unteren 1. Molaren etwa 1 mm geringer sein als beim Knaben, ferner soll der obere Eckzahn beim Mann den mittleren oberen Schneidezahn etwa um 0,1 mm überragen, bei der Frau um 0,4 mm kürzer sein. Der untere Eckzahn beim Mann soll etwa 0,5 mm länger als der mittlere Schneidezahn, bei der Frau dagegen 0,1 mm kürzer sein. Bei der Frau wirken gewöhnlich die Frontzähne gleichmäßiger, weil kaum ein Unterschied zwischen mittleren und seitlichen Schneidezähnen besteht. Die genannten Werte können aber keinen Anspruch auf Regelmäßigkeit erheben, da sie ja nur Durchschnittswerte, errechnet aus den Werten vieler untersuchter Gebisse, sind. Die Bestimmung des Geschlechtes aus vorhandenen Zähnen hat also mit sehr großer Vorsicht zu geschehen.

Die Veränderungen der Zähne nach dem Tode:

Die Zähne können unter normalen Bedingungen ein unbegrenztes Alter erreichen. Am widerstandsfähigsten sind junge unversehrte feste Zähne. Die Pulpa ist fäulnisfähig. Durch die Fäulnis des Zahnfleisches und der übrigen weichen Befestigungsmittel verliert der Zahn seine Festigkeit in der Alveole. Fehlen Zähne an Leichen, die noch nicht der Verwesung ausgesetzt waren, so läßt sich durch Inspektion der Alveolen feststellen, ob diese erst nach dem Tode ausgefallen oder bei Lebzeiten extrahiert worden sind, da sich durch Extraktion gesetzte Wunden wieder schließen.

Nach *Pascual* findet man bei verscharrten Leichen eine milchkaffeeähnliche Färbung der Zähne, die bei eingesargten Leichen ausbleibt. Es ist dies aber wohl kein einheitlicher Befund, sondern es spielt die Bodentemperatur, die Bodenart und der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens eine gewisse Rolle.

An Zähnen, die der Verwesung ausgesetzt waren, finden wir eine weißlich-kreideartige Veränderung des Dentins, welches dann leicht für das Messer schneidbar sein soll. An diesen weißlichen Dentinstellen fand *Wedl* die nach ihm be-

nannten Gänge. Es sollen dies netzartig nach allen Richtungen verlaufende Kanälchen, die nicht mit den Dentinkanälchen zu verwechseln sind, sein. Diese Gänge sollen das gesamte Dentin und das Zement, aber niemals die Schmelzschicht durchsetzen. Nach *Michaelis* ist die Entstehung dieser Kanäle auf die Tätigkeit von Protozoen und Schimmelpilzen zurückzuführen. Ein konstanter Befund sind diese Gänge nach *Euler* nicht, er hat sie jedenfalls nicht ein einziges Mal an vielen untersuchten Zähnen, welche von verschiedenen Friedhöfen stammten, gefunden. Auch *W. Sommer* konnte diese Veränderungen nicht feststellen. Er ist der Meinung, daß ein die in Frage kommenden Mikroorganismen beherbergendes Medium dazu notwendig ist. Mir ist es auch nicht gelungen an Zähnen, die 25 Jahre und 36 Jahre eingesargt in der Erde gelegen haben, diese Gänge festzustellen. *Michaelis* fand nach *Euler* an Zähnen, die längere Zeit (genaue Jahreszahlen wurden nicht angegeben) der Verwesung ausgesetzt waren, daß das Dentin weißlich-kreideartig und für das Messer schneidbar würde. Ich habe Zähne mit mindestens 25jähriger Liegezeit geschliffen und habe unter diesem Material keinerlei Erweichung im Dentin gefunden.

Die Zähne an verkohlten Leichen haben eine mehr graue Farbe als normale Zähne. Sie zeigen außer Calcinationen feine Risse im Zahnschmelz, der Schmelz springt leicht ab, das darunter liegende Dentin ist dunkel verfärbt und sehr spröde. Spät tritt Veraschung der Zähne mit anschließendem Verfall der Asche ein. Eine so weitgehende Zerstörung kommt aber nur in Frage, wo die Flamme mit den Zähnen direkt in Berührung kommt, also wo der natürliche Schutz durch Wangen und Lippen beseitigt ist. Bei Verbrennung ausgetrockneter Zähne tritt, im Vergleich zu frisch extrahierten, an ersteren nach *Gebhardt* eine schwarze glänzende Auflagerung auf.

Über den Einfluß von Feuer bzw. Hitze und Fäulnis auf Prothesen und Füllungsmaterialien haben uns *Wachholz* und *Lepkewsky* und *Gebhardt* aufschlußreich berichtet. — Unter Einwirkung von Hitze erhalten Silicat- und Phosphatzemente eine weißere Farbe und größere Härte. Gold- und Silberamalgame verschwinden bald, Kupferamalgam erst später. Ein früheres Vorhandensein konnte man an der Kavität nach Ausfall der Füllung nachweisen, da bei frischeren Füllungen gelbe und bei älteren rote Quecksilberbeläge zurückblieben. Goldfüllungen bleiben in der Form unverändert, nur der Glanz geht verloren. Gänzlich unverändert bleiben Prozellanfüllungen. Provisorische Füllungen verschwinden fast restlos.

Wachholz und *Lepkewsky* untersuchten den Einfluß der Fäulnis auf die Füllungsmaterialien, in dem sie gefüllte Zähne in eine faulende Bauchhöhle legten und sie eine verschiedene Anzahl von Monaten darin beließen. Gold- und Porzellanfüllungen zeigten keinerlei Veränderungen. Goldamalgam bekam nach 4 Monaten eine messingähnliche Farbe, Kupferamalgam einen Grünspanbelag, der sogar in das benachbarte Dentin reichte. Das Dentin der mit Metallfüllungen versehenen Zähne behielt länger die schmutzig graubraune Farbe des diffundierten Blutfarbstoffes als das der mit z. B. Zementfüllungen versehenen Zähne. Wahrscheinlich vermag das Metall den Blutfarbstoff besser zu konservieren.

Bei Zahnersatz verbrennt Kautschuk unter hoher Temperatur vollkommen, es kann aber noch längere Zeit ein charakteristischer Geruch wahrgenommen werden. Künstliche Zähne bleiben unverändert, doch kann es bei zu hoher Temperatur zum Zerspringen derselben kommen. Eine Verfärbung der künstlichen Zähne unter dem Einfluß der Verbrennung konnte bisher noch nicht festgestellt werden. Goldarbeiten bleiben regelmäßig unverändert.

Über die Untersuchung pathologischer Veränderungen am Gebiß im gefilterten ultravioletten Licht berichtet *Heyne* folgendes: In einem gesunden wohl-

gepflegten Gebiß fluorescieren die Zähne leuchtend weiß, mit etwas bläulichem Schimmer. Die Schleimhaut erscheint dunkelrot. Farbunterschiede der Zähne sind unwesentlich. Harte Zahnbeläge (Zahnstein-Calciumcarbonat und Calciumphosphat) zeigen eine rote bis orangefarbene Fluorescenz. Im Filterlicht wäre also eine tadellose Zahnsteinentfernung möglich. Hämoglobin fluoresciert nicht, ebenfalls fluorescieren weiche Beläge nicht. Raucherbeläge erscheinen dunkelbraun bis schwarz, Amalgamfüllungen samtschwarz, Silicatfüllungen stumpf- und dunkelbraun, Gold zeigt eine goldgelbe Farbe, die von einem dunkleren Schleier überzogen ist. Bei Cariesstellen fehlt Fluorescenz.

Künstliche Fabrikate sollen sich verschieden nach ihrem Material, aus welchem sie hergestellt sind, verhalten. Eine Art soll vollkommen stumpf und dunkelbraun, eine Art olivgrün erscheinen.

Um cariöse Herde zum Fluorescieren zu bringen, ist eine Vorbehandlung entweder mit Chinolinrot 1:1000, Flufarbe E de Haën Nr. 6 violett 1:50 oder Fluorescein 1:1000 nötig. Diese setzen sich in cariösen Höhlen fest, am glatten Zahnschmelz dagegen nicht. Eine Untersuchung auf Caries mit Fluorescein ist nur möglich, wenn keine weichen Beläge vorhanden sind. Chinolinrot ist nur für große Kavitäten verwendbar, da es sich leicht in Fissuren und Interdentalräumen festsetzt und so kleinere Kavitäten vortäuscht. Mit Flufarbe sind keine praktischen Erfolge erzielt, da sie nicht genügend stark fluoresciert.

Auch *Wiethold* arbeitete mit der Analysenquarzlampe. Er stellte bei ihrer Verwendung fest, daß eine bläuliche Fluorescenz fehlt, wenn verkohlte Zähne untersucht werden, dagegen bleibt sie an Zähnen erhalten, die der Fäulnis, Verwesung und Mumifizierung ausgesetzt sind, wenn man die äußere Schmutzschicht entfernt. Ähnliche Beobachtungen machte *van Ledden-Hulsebosch*, auch er sah Verlust der Luminescenz mineralhaltiger Objekte, wenn sie verbrannt worden waren.

II. Untersuchungen im gefilterten ultravioletten Licht.

Es war meine Aufgabe, festzustellen:

Wie verteilt sich die Luminescenz der Zähne auf die einzelnen Teile?

Besteht ein Unterschied an Zähnen, die frisch extrahiert sind, und an Zähnen von Leichen verschiedenen Leichenalters?

Hängt der evtl. zu findende Unterschied mit der Art der Alterung der Zähne zusammen?

Besteht ein Unterschied zwischen Zähnen gleichen Leichenalters, aber verschiedenen Lebensalters?

Ist ein Unterschied zwischen frisch extrahierten Zähnen und Zähnen von Wasserleichen, die längere Zeit im Wasser gelegen haben, feststellbar?

Findet man einen Luminescenzunterschied an künstlichen Zähnen verschiedenen Fabrikates und verschiedener Herstellungsjahre?

Zur Untersuchung im gefilterten ultravioletten Licht benutzte ich die Hanauer Analysen-Quarzlampe mit Uviolschwarzglasfilter. Das zu untersuchende Objekt wurde in einem im Institut gebauten Apparat befestigt. Eine schwarz lackierte Metallplatte ist mit 2 Bohrungen, die den optischen Achsen, des später zu erwähnenden Stufenphotometers, entsprechen, versehen. Jede der runden Öffnungen beträgt 28 qmm. Diese Platte ist in einem auf 2 Füßen stehenden Kasten aus Holz angebracht, der nach oben offen und zur Ausschaltung fremder Licht-

reflexe mit schwarzem, nicht luminescierenden Papier ausgeschlagen ist. Die schwarz lackierte und ebenfalls nicht luminescierende Metallplatte ist mit Hilfe einer Skala drehbar und stets wieder in dieselbe Lage zu bringen. In der günstigsten Lage zur Untersuchung befindet sich die Platte in einem Winkel von etwa 45°, bezogen auf das einfallende Licht bzw. auf die optische Achse des Stufenphotometers (siehe Abb. 1). Die gebohrten Öffnungen in der Metallplatte sind konisch, so daß kein Schatten auf das Objekt fallen kann. Die Objekte werden an der Rückseite der Metallplatte mit Hilfe je einer Klammer befestigt. Hinter der einen Öffnung ist als unveränderliche Vergleichsnormale eine Uranglasscheibe angebracht, hinter der andern der jeweils zu untersuchende Zahn (siehe Abb. 2). Das Licht der Quarzlampe, die über den Objekten befestigt ist, fällt fast senkrecht nach unten (siehe Abb. 3). Die Messungen begannen erst, nachdem die Lampe mindestens 10 Minuten gebrannt hatte. Diese Zeit mußte eingehalten werden, damit die Lampe sich auf konstante Lichtintensität einstellt. Um die Einwirkung fremden Lichtes auszuschalten, habe ich an der Lampe einen Schirm aus schwarzem Tuch angebracht, der den Kasten umschließt (siehe Abb. 4). Zur Messung festzustellender Luminescenzunterschiede benutzte ich das Pulfrich-Photometer der Firma Carl Zeiss, Jena. Es wurde mit seinen beiden Fernrohren in die Öffnungen an der Vorderseite des

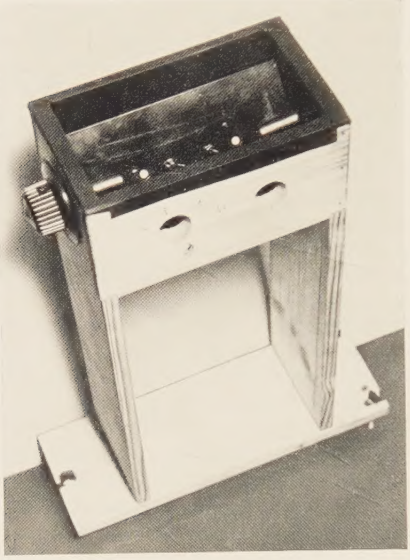

Abb. 1.

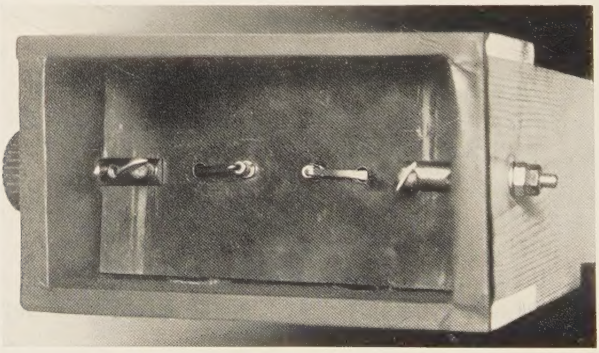

Abb. 2.

die Metallplatte tragenden Kastens eingesetzt. Der Abstand vom Objekt zur Frontlinse des Fernrohres betrug 56 mm; dichter an das Objekt heranzugehen, war nicht möglich. Um die Messungen unter stets gleichbleibenden Bedingungen ausführen zu können, wurden die erhöhte Analysen-Quarzlampe, der Kasten und das Stufenphotometer auf einem Brett unveränderlich befestigt (siehe Abb. 4).

Da die Zähne normalerweise eine bläulichweiße Luminescenz, die Vergleichsnormale Uranglas, aber eine grünliche Luminescenz zeigen, benutzte ich ein Gelbfilter, um den Farbunterschied auszugleichen. Geeignet war ein normales Gelbfilter, wie es im allgemeinen zu photographischen Zwecken verwandt wird, das in das Okularrohr des Stufenphotometers eingesetzt wurde. Von einer genaueren Definition sowohl des Gelbfilters als auch des Uranglases wurde abgesehen, da es sich ja nur um relative Messungen handeln kann.

Die Messung der Gesamtluminescenz eines Zahnes ist sehr schwierig, weil die Zähne keine genau definierbare Form und Oberfläche besitzen.

Abb. 3.

Abb. 4.

Es ist daher nur die Messung einzelner Ausschnitte eines Zahnes möglich, aus diesen Einzelmessungen läßt sich dann die mittlere Luminescenz der Krone, der Wurzel und die mittlere Gesamtluminescenz des Zahnes annähernd berechnen. An einem oberen Eckzahn z. B. maß ich zwei Ausschnitte der labialen Seite, dann zwei Ausschnitte der palatinalen Seite und fand hieraus einen Mittelwert für die Luminescenz der Krone. An der Wurzel maß ich zwei Ausschnitte der distalen Wurzelseite, dann zwei Ausschnitte der mesialen Wurzelseite und erhielt den Mittelwert für die Luminescenz der Wurzel. Aus der Kronenluminescenz und aus der Wurzelluminescenz erhielt ich den Mittelwert für die Gesamtluminescenz des Zahnes.

Die meßbar veränderliche Blende des Stufenphotometers, die sich im Strahlengang vom Zahn zum Okular befand, wurde so weit eingeengt, daß das Quadrat, welches den Zahnausschnitt beim Betrachten durch die Vorschlagslupe einrahmt, gleichmäßig beleuchtet war. Das war bei dem Trommelteilstrich 20 der Fall. In dieser Stellung blieb die Trommel während der ganzen Meßreihe stehen.

Die andere Blende, im Strahlengang vom Uranglas zum Okular, wurde dann mit Hilfe der zugehörigen Trommel so lange verändert, bis im Okular die beiden halbkreisförmigen Gesichtsfelder intensitätsgleich waren, und dann der Skalenteil abgelesen und notiert. Der abgelesene Wert gibt ein Maß für die Schwächung des Lichtes, das von dem Uranglas ausgeht. Die Einteilung der Skala ist so getroffen, daß man direkt Prozente des ungeschwächten Lichtes abliest, wenn die andere Trommel auf den Skalenteil 100 eingestellt war. Im vorliegenden Fall, wo die andere Trommel auf Teilstrich 20 eingestellt wurde, müßten also die abgelesenen Werte, um Prozentwerte zu bekommen, mit 5 multipliziert werden. Da die erhaltenen Werte aber doch nur relativ und nicht ohne weiteres reproduzierbar sind, wurde von der Umrechnung Abstand genommen.

Ich bin mir bewußt, daß es sich hier nicht um exakte Messungen handelt. Diese stoßen auf zum Teil nicht zu behebende Schwierigkeiten. Die Oberfläche des zu untersuchenden Objektes ist niemals plan, ferner ist sie innerhalb des Ausschnittes nicht absolut homogen, d. h. außer in der Form findet man häufig Ungleichmäßigkeiten in der Oberflächenbeschaffenheit, die durch Caries oder Verfärbung hervorgerufen sind. Auf die Schwierigkeiten stieß ich besonders bei frisch extrahierten Zähnen, die fast immer tief cariös waren. Auch wird bei meiner Versuchsanordnung der Zahn möglicherweise anders beleuchtet als das Uranglas. Dieser Fehler bleibt aber immer konstant, deshalb ist er für den Vergleich der Werte untereinander unerheblich. Ferner sind Ablesefehler zu erwähnen, die ich aber auszugleichen versuchte, indem ich an jedem Ausschnitt 4 Ablesungen vornahm. Ferner müssen Temperaturschwankungen berücksichtigt werden. Für absolute Messungen müßte noch festgestellt werden, ob Unterschiede bei verschiedenen Quecksilberlampen, Filtern usw. größeren Einfluß besitzen.

Die gefundenen Werte sind aber immerhin untereinander vergleichbar, und man ist wohl berechtigt, von relativen Werten zu sprechen.

Bei Betrachtung der nachstehenden Tabelle fällt auf, daß die Werte für die Lumineszenz der Krone und der Wurzel als auch das Verhältnis beider untereinander starken Schwankungen unterliegen.

Bei den frisch extrahierten Zähnen, die mir freundlicherweise die Universitätszahnklinik zur Verfügung stellte, ist bei der Betrachtung der Kronenlumineszenz vor allem die fast regelmäßig tiefe Caries zu

	Lumineszenz der Krone	Lumineszenz der Wurzel	Gesamtlumineszenz des Zahnes	Verhältnis d. Lumineszens von Krone u. Wurzel
1. Frisch extrahierte Zähne.				
$\frac{6}{}$ tief cariös, 11jähriger Junge .	15,7	24,5	20,1	0,656
$\frac{8}{}$ tief cariös, 24jähriger Mann .	11,4	29,2	20,3	0,39
$\frac{6}{}$ tief cariös, derselbe	9,7	35,1	22,4	0,276
$\frac{3}{}$ tief cariös, 40jähriger Mann .	6,3	15,5	10,9	0,418
$\frac{7}{}$ tief cariös, stark Zahnstein, 41jähriger Mann	10,9	23,3	17,1	0,468
$\frac{8}{}$ tief cariös, 45jährige Frau . .	6,1	13,3	9,7	0,46
2. Ausgetrocknete Zähne. 25 Jahre in der Erde gelegen.				
$\frac{1}{}$ nicht total verkalkt, 9jähriges Mädchen	8,4	4,8	6,7	1,75
$\frac{6}{}$ Fissurencaries, 14jähr. Mädchen	9,4	9,1	9,2	1,03
$\frac{5}{}$ 33jähriger Mann	9,4	15,7	12,6	0,595
$\frac{3}{}$ derselbe	8,4	19,0	13,7	0,442
$\frac{4}{}$ derselbe	8,9	14,3	11,4	0,623
$\frac{1}{}$ 46jähriger Mann	5,9	10,9	12,4	0,54
$\frac{1}{}$ derselbe	5,3	23,9	14,6	0,222
$\frac{2}{}$ derselbe	6,8	19,9	13,4	0,342
$\frac{2}{}$ derselbe	6,2	21,6	13,9	0,287
$\frac{5}{}$ 50jähriger Mann	8,1	8,3	8,2	0,975
$\frac{3}{}$ derselbe	6,6	17,6	12,1	0,375
$\frac{3}{}$ derselbe	3,5	24,9	14,2	0,14
$\frac{3}{}$ derselbe	6,0	16,6	11,3	0,36
$\frac{6}{}$ derselbe	12,8	12,7	12,8	1,05
$\frac{4}{}$ 86jähriger Mann	5,9	15,5	10,7	0,38
$\frac{5}{}$ derselbe	9,3	8,8	9,1	1,055
3. Zähne, die starke Wurzel-Braunfärbung zeigen; ebenfalls 25 Jahre in der Erde, im guterhaltenen Sarg gelegen.				
$\frac{3}{}$ 46jähriger Mann	7,2	3,6	5,4	2,0
$\frac{4}{}$ derselbe	5,1	3,3	4,2	1,55
$\frac{5}{}$ derselbe	7,8	2,3	5,0	3,4
$\frac{3}{}$ 55jähriger Mann	6,5	3,2	4,9	2,03
$\frac{3}{}$ derselbe	6,6	2,3	4,5	2,87
$\frac{1}{}$ derselbe	6,7	3,0	4,9	2,24
$\frac{2}{}$ derselbe	6,0	2,8	4,4	2,14
$\frac{2}{}$ derselbe	6,9	3,3	5,1	2,09
$\frac{3}{}$ derselbe	8,3	3,4	5,9	2,44
$\frac{4}{}$ derselbe	6,4	2,9	4,7	2,21
$\frac{6}{}$ (tief abgekaut), 71jähr. Mann	8,2	4,3	6,3	1,9
$\frac{8}{}$ derselbe	6,8	5,8	6,3	1,175
$\frac{4}{}$ derselbe	8,2	14,0	11,1	0,585
$\frac{3}{}$ 79jähriger Mann	7,5	4,8	6,2	1,56

Fortsetzung der Tabelle.

	Luminescenz der Krone	Luminescenz der Wurzel	Gesamtluminescenz des Zahnes	Verhältnis d. Luminescenz von Krone u. Wurzel
4. Zähne, die 36 Jahre in der Erde gelegen haben.				
4 71jährige Frau	8,9	14,4	11,7	0,617
5 dieselbe	15,0	10,6	12,8	1,415
3 dieselbe	14,3	19,5	16,9	0,733
5 dieselbe	12,1	7,5	9,8	1,61
5. Zähne, die 4 Monate in sandigem Boden gelegen haben.				
5 60jährige Frau	9,1	11,9	10,5	0,76
3 dieselbe	9,2	22,6	15,9	0,47
2 *in einer Höhle verwester Mann mindestens 12 Jahre dem Luftzutritt ausgesetzt*	10,2	22,2	16,2	0,46
6. Zähne von Wasserleichen.				
3 1—$1^1/_2$ Jahr in der Elbe. 27jährige Frau	18,3	34,4	28,4	0,477
2 dieselbe	17,5	34,3	25,9	0,51
2 dieselbe	15,0	22,8	18,9	0,615
2 7 Wochen im Wasser, etwa 45jährige Frau, starker Zahnstein	12,2	17,3	14,8	0,725

berücksichtigen. Es standen mir hier nur Zähne aus verschiedenen Gebissen zur Verfügung. Die Luminescenz der Kronen schwankt sehr stark, z. B. innerhalb der 6 Kronenwerte zwischen den Werten 6,1 und 15,7. Der Durchschnittswert für die Krone bei diesen 6 Messungen liegt bei 10. Ich führe die erheblichen Schwankungen auf die verschieden ausgebreitete Caries (teilweise stehen nur noch zwei Wände) und auf die Verfärbungen zurück. Bei der Untersuchung dieses Materials hat es den Anschein, als ob das Lebensalter keinen Einfluß auf die Luminescenzstärke hat.

Auch die Luminescenz der Wurzeln ist sehr starken Schwankungen unterworfen. Der Durchschnittswert für die 6 Wurzelmessungen beträgt 23,5. An sich luminesciert die Wurzel normaler Zähne erheblich stärker als die Krone. Es ist wohl auf den größeren Gehalt des Wurzelzementes an organischen Bestandteilen gegenüber dem fast anorganischen Schmelz der Krone zurückzuführen. Fast an allen frisch extrahierten Zähnen zeigt die Wurzel eine doppelt so große Luminescenz als die Krone. Die Gesamtluminescenz ist bei den frisch extrahierten, im Vergleich mit allen anderen untersuchten Zähnen, am höchsten. Eine Ausnahme bilden die am Schluß der Tabelle angeführten Zähne von Wasserleichen, die auch eine außerordentlich hohe Luminescenz,

vor allem der Wurzel, aufweisen. Das Verhältnis der Kronenluminescenz zur Wurzelluminescenz ist im Vergleich mit den übrigen Verhältniszahlen und unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die Zähne aus verschiedenen Gebissen stammen, bei den frisch extrahierten Zähnen als ziemlich konstant anzusprechen.

An ausgetrockneten Zähnen unterliegen die Luminescenzwerte, teils sogar aus demselben Gebiß, viel größeren Schwankungen als an frisch extrahierten. Bei einzelnen Zähnen finden wir auch eine gewisse Gleichmäßigkeit. Das Untersuchungsmaterial hatte ich aus der Sammlung des Institutes für Gerichtliche und Soziale Medizin und vom hiesigen Südfriedhof, wo mir freundlicherweise bei Exhumierungen gestattet wurde, Zähne zu extrahieren. Da die Gräber aber hier erst nach mindestens 25jähriger Liegezeit der Leichen geöffnet wurden, war es leider nicht möglich, Zähne von Leichen mit früherer Liegezeit zu untersuchen. Aus einem Leichengebiß mit 36jähriger Liegezeit standen mir 4 Zähne zur Untersuchung zur Verfügung.

Innerhalb der Kronenluminescenz, zum Teil auch von Zähnen aus demselben Gebiß, finden sich wieder starke Unterschiede. Die Zähne waren zum Teil stark verfärbt, tief cariös, zeigten starken Zahnsteinansatz oder waren, besonders bei Zähnen alter Personen, wo sie nur noch einzeln im Kiefer standen, derartig tief abgekaut, daß die Messung der Kronenwerte recht schwierig war. Bemerkenswert war, daß bei den exhumierten Zähnen nicht ein einziger mit einer Füllung versehen war. Ein Zeichen dafür, wie wenig Wert auf die Erhaltung der Zähne vor allem vom Patienten, aber auch vom Zahnbehandler gelegt wurde.

Die Werte für die Kronenluminescenz bei den exhumierten Zähnen mit 25jähriger Liegedauer schwanken zwischen 3,5 und 15. Innerhalb eines Gebisses fand ich bei 5 untersuchten Zähnen eine Schwankung von 3,5 und 12,8. Im allgemeinen sind aber sonst bei den Zähnen eines Gebisses, von dieser Ausnahme abgesehen, verhältnismäßig geringe Unterschiede festzustellen gewesen. Der Durchschnittswert für die Kronenluminescenz dürfte nach 36 Messungen bei exhumierten Zähnen verschiedenen Lebensalters, aber gleichen Leichenalters ungefähr bei 8 liegen.

Die Werte der Wurzelluminescenz sind hier gewaltigen Schwankungen unterworfen. Wir finden Unterschiede von 2,3–24,9. Auch schon makroskopisch kann man an den Zähnen mit geringer Wurzelluminescenz eine starke Braunfärbung der Wurzel feststellen. Diese Braunfärbung fand ich ausschließlich an Leichen, welche in gut erhaltenem Eichensarg lagen. Es spielt hier wahrscheinlich die im Eichenholz enthaltene Gerbsäure eine Rolle. Zähne, welche ich in Eichenholzspänen kochte, verloren fast ganz ihre Luminescenz. Bei der Braunfärbung spricht wohl auch der Luftzutritt mit. Leichenzähne, die in einfachen Holzsärgen, welche leicht zerfallen, gefunden wurden und die

so bequemer dem Sauerstoffzutritt ausgesetzt waren, zeigten keine Braunfärbung der Zahnwurzeln. Auch die Bodenbeschaffenheit, die Bodentemperatur und die Bodenfeuchtigkeit können maßgebend sein. Der Boden, in dem das Untersuchungsmaterial gelegen hatte, besteht in seiner unteren Schicht aus Lehm, der eisenhaltig ist, darüber kommt eine sog. Knackschicht und darauf schließlich schwarze Erde. Da kein Material vorhanden war, das bei einem Leichenalter von 5, 10 oder 15 Jahren eingesargt in der Erde gelegen hatte, lassen sich weiter keine Schlüsse ziehen, wie sich die Luminescenz im Verlaufe der Verwesungsvorgänge ändert. Nicht ausgeschlossen ist es, daß zunächst eine Abnahme und dann wieder eine allmähliche Zunahme der Luminescenz stattfindet. Ich komme zu diesem Schluß, da die Leichen in den gut erhaltenen Eichensärgen noch stark verweste Fleischreste trugen. Hierdurch wird der Sauerstoffzutritt behindert, und eine ausgiebige Oxydation kann nicht stattfinden, und möglicherweise wird so die Braunfärbung bewirkt. Es bleibt also die Frage offen: Ist die Braunfärbung auf mangelnden Sauerstoffzutritt oder auf die Einwirkung der Gerbsäure oder anderer Eichenholzbestandteile zurückzuführen?

Zähne einer Leiche, die in einer Höhle des Harzes gefunden wurde und mindestens 12 Jahre dem Luftzutritt ausgesetzt war, verhalten sich wie frisch extrahierte Zähne.

Bei Zähnen, die leichter der Oxydation ausgesetzt waren, finden wir eine Wurzelluminescenz, die stärker ist als die Kronenluminescenz. Zähne mit der obengenannten Wurzelbraunfärbung luminescieren an der Wurzel fast halb so schwach als an der Krone. Dieses ist ja auch deutlich aus den Verhältniszahlen der Kronenluminescenz zur Wurzelluminescenz ersichtlich. Die Gesamtluminescenz der Zähne, die aus der Kronen- und Wurzelluminescenz errechnet wurde, ist den Schwankungen dieser Luminescenzwerte entsprechend sehr verschieden. Zähne, welche 36 Jahre unter denselben Bedingungen in der Erde gelegen haben, zeigen sowohl an der Krone als auch an der Wurzel ein stärkeres Luminescieren, als Zähne mit 25jähriger Liegezeit. Dies ist wohl auf die ausgiebigere Oxydation zurückzuführen. Zähne, die kürzere Zeit (4 Monate in sandigem Boden, ohne eingesargt zu sein) gelegen haben, verhalten sich wie frisch extrahierte Zähne, d. h. ein bemerkenswerter Unterschied wurde nicht festgestellt.

Zähne einer Wasserleiche, welche 1—1,5 Jahre in der Elbe gelegen hat, dann allerdings 4 Jahre in Formalin konserviert wurde, zeigen eine außerordentlich hohe Luminescenz der Wurzel. Ein Einfluß von Formalin (40proz.) konnte an normalen Zähnen (frisch extrahierten Zähnen) innerhalb 14 Tagen nicht festgestellt werden. Ich erhielt bei den Zähnen dieser Wasserleiche Werte, wie sie sonst in der Tabelle nur annähernd von den Wurzelwerten frisch extrahierter Zähne erreicht werden. Das

Verhältnis der Kronenluminescenz zur Wurzelluminescenz ist ähnlich dem der frisch extrahierten Zähne. Leichenzähne, die 7 Wochen im Wasser gelegen haben, zeigen keine so hohe Wurzelluminescenz; aber das Verhältnis der Krone zur Wurzel ist auch noch mit dem der frisch extrahierten vergleichbar.

Bei der Untersuchung künstlicher Zähne könnte man eine verschiedenartige Luminescenz auf Grund verschiedener Fabrikate, verschiedener Herstellungsjahre und verschiedener chemischer Zusammensetzung erwarten. Ich untersuchte künstliche Zähne aus vier Zahnfabriken und der Herstellungsjahre 1901—1932, ungebrauchte und längere Zeit im Munde getragene. Aber alle künstlichen Zähne zeigten eine gleichmäßige, sehr schwache Luminescenz zwischen den Werten 0,5—0,7. Ein feststellbarer Unterschied wurde also nicht gefunden.

Über das Verhalten von Zähnen bzw. Knochen, die dem Feuer ausgesetzt waren, berichten *van Ledden-Hulsebosch* und *Wiethold*. *van Ledden-Hulsebusch* versuchte festzustellen, ob etwa 30 Jahrhunderte alte Knochen von beerdigten oder verbrannten Leichen herrührten. Es war nötig, die oberflächlich liegende Schmutzschicht wegzukratzen. Bei der Untersuchung im ultravioletten Licht ergab sich dann, daß die beerdigten und nicht durch Feuer angegriffenen Knochen noch zu leuchten imstande waren, während die Fähigkeit zum Luminescieren bei den Gegenständen, welche großer Hitze ausgesetzt waren, verschwunden war. Diese Tatsache läßt sich zu der manchmal wichtigen Feststellung verwerten, ob Skelet- oder Leichenteile verbrannt sind; denn durch Fäulnis, Verwesung, Mumifizierung und Fettwachsbildung veränderte Leichenteile, die unter Umständen von verbrannten nicht zu unterscheiden sind, leuchten noch deutlich, wenn die äußere Schmutzschicht entfernt worden ist.

III. Zusammenfassung des Ergebnisses.

1. Luminescenzerscheinungen an Zähnen sind mehrfach beschrieben. Es wurde aber noch keine quantitative Bestimmung ihrer Luminescenz vorgenommen. Diese stößt, wie diese Arbeit zeigt, auf große Schwierigkeiten, so daß keine absoluten, sondern nur relative Werte bei den Messungen entstehen.

2. An Leichen, die 25 Jahre in guterhaltenem Eichensarg gelegen haben, ist eine Braunfärbung der Zahnwurzel vorhanden, welche eine sehr schwache Wurzelluminescenz bedingt. Offen bleibt die Frage, ob diese Braunfärbung durch Eichenholzbestandteile, wie Gerbsäure oder durch verminderte Oxydation infolge Luftabschlusses im guterhaltenen Sarg entstanden ist.

3. Ein Farbunterschied an *künstlichen* Zähnen — eine Art sollte nach *Heyne* stumpf und tief dunkelbraun, eine Art olivgrün erscheinen

konnte von mir nicht festgestellt werden. Sie zeigten alle eine sehr geringe Luminescenz von tief dunkelbrauner Farbe.

4. Zähne von Wasserleichen, von denen mir nur sehr wenige zur Verfügung standen, zeigten bei 1–1½jähriger Liegezeit im Wasser eine sehr starke Wurzelluminescenz. Wenn sie nur kurze Zeit im Wasser gelegen hatten, unterschieden sie sich nicht von frisch extrahierten Zähnen.

5. Die von *Wedl* beschriebenen Gänge, im Dentin durch Protozoen und Schimmelpilze entstanden, konnte ich an hergestellten Schnitten verschiedener Leichenzähne mit mindestens 25jähriger Liegezeit nicht feststellen. Auch *Euler* ist es nicht möglich gewesen, an von verschiedenen Friedhöfen stammendem Material diese sog. Wedlschen Gänge zu finden.

Literaturverzeichnis.

Böhmer, K., Identifikation nach Verbrennung. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1932**, Nr 18. — *Euler, H.*, Naturwissenschaftliche kriminalistische Untersuchungen an Zähnen. In Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Teil 12, 2. Hälfte, H. 1 (1931). — *Gebhardt, H.*, Verbrennungserscheinungen an Zähnen und Zahnersatz und ihre gerichtsärztliche Bedeutung für die Identifizierung verbrannter Leichen. Inaug.-Diss. Marburg 1923 und Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1923**, Nr 2. — *Heyne, J.*, Über die Untersuchung pathologischer Veränderungen am Gebiß im gefilterten ultravioletten Licht. Inaug.-Diss. Rostock 1932. — *v. Ledden-Hulsebosch, C. J.*, Verwendung der ultravioletten Strahlen in der Kriminalistik. Arch. Kriminol. **1926**, Nr 78. — *Michaelis*, Ref. in *Euler, H.*, Naturwissenschaftlich-kriminalistische Untersuchungen an Zähnen. In Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Teil 12, 2. Hälfte, H. 1 (1931). — *Pascual*, La medicina legal y la odontologia. Odont. clin. **1928**. Ref. *Misch*, Literatur-Arch. **1929**. — *Sommer, W.*, Über postmortale Veränderungen der Zähne. Inaug.-Diss. München 1931. — *Wachholz* u. *v. Lepkewsky*, Über Veränderung natürlicher und künstlicher Gebisse durch extreme Temperatur und Fäulnis. Ärztl. Sachverst.ztg **1901**, 396; **1903**, Nr 6. — *Wedl*, Ref. in *Euler, H.*, Naturwissenschaftlich-kriminalistische Untersuchungen an Zähnen. In Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Teil 12, 2. Hälfte, H. 1 (1931). — *Wiethold, F.*, Die Bedeutung der Analysenquarzlampe für die gerichtsärztliche Technik. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **1926**, Nr 7.

Lebenslauf.

Am 18. Sept. 1910 wurde ich, Gerhard Wilhelm Zichel, Sohn des Justizobersekretärs Wilhelm Zichel und seiner Ehefrau Elise geb. Ende in Metz (Elsaß-Lothringen) geboren. Nach 9jährigem Besuch des Reformrealgymnasiums zu Staßfurt erhielt ich Ostern 1929 das Zeugnis der Reife. Im S. S. 1929 studierte ich in Halle, sodann bis einschließlich S. S. 1931 in Jena. Hier legte ich zu Beginn des W. S. 1930/31 meine zahnärztliche Vorprüfung ab. Vom W. S. 1931/32 studierte ich dann wiederum in Halle, wo ich im Januar 1933 meine zahnärztliche Staatsprüfung bestand.

Am Schlusse dieser Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, dem Direktor des Instituts für gerichtliche und soziale Medizin der Universität Halle a. S.

Herrn Prof. Dr. Walcher

für die Ueberlassung der Arbeit, sowie für das große Interesse, das er derselben entgegengebracht hat und seinem Assistenten Herrn Dr. Klauer, für die technischen Hinweise und Anregungen meinen ergebensten Dank abzustatten.